

Sesuvy půdy v Moravskoslezském kraji v roce 2010

– geologický průzkum návrh opatření pro území postížené sesuvy

Ing. Pavel Krobot

G-consult, s.r.o. , kontaktní e-mail: krobot@g-consult.cz



Hledáme rovnováhu mezi člověkem a přírodou

Sesuvy půdy v Moravskoslezském kraji

Geologický průzkum a návrh opatření pro území postížené sesuvy

G-Consult, spol. s r.o.

Trocnovská 794/9
702 00 Ostrava-Přívoz

Tel +420 597 430 911
Fax +420 597 430 955
info@g-consult.cz
<http://www.g-consult.cz>



Obsah prezentace

- 1 Průzkum a sanace sesuvů
- 2 Příklady řešených sesuvů



1 Průzkum a sanace sesuvů

Obecné zásady řešení sesuvu

sesuv ověřen v terénu

místní šetření

výstupem je prvotní rekognoskace (rozsah poškození objektů, viditelné deformace v terénu apod.)

A	jednoduchý případ	další šetření není nutné				
B	sesuv ohrožující obecní majetek	kontaktovat ČGS • prvotní mapování • registrace v Geofondu	výběr odborné firmy zajišťující průzkum	průzkum	zpracování projektu sanace	sanace
C	havarijní stav hrozí nebezpečí z prodlení		ověření ohrožených objektů, inž. sítí, apod.	zadání sanačních prací	• neodkladné zahájení sanačních prací • záchrana ohrožených objektů	• v případě částečné stabilizace odvolání havarijního stavu • dále postup podle B



1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Přípravné práce

Průzkumné práce

Vybudování sítě geotechnického monitoringu

Sanace

Dlouhodobý geotechnický monitoring



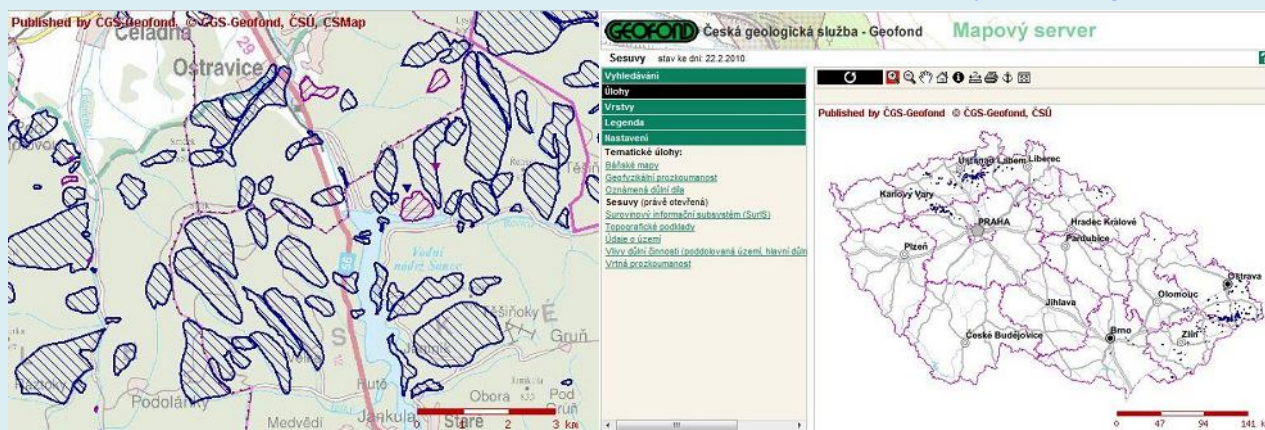
1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Přípravné práce

- využití inventarizace sesuvů v rámci ČR a KÚ MSK

<http://www.geofond.cz>



<http://www.g-consult.cz>

5/58

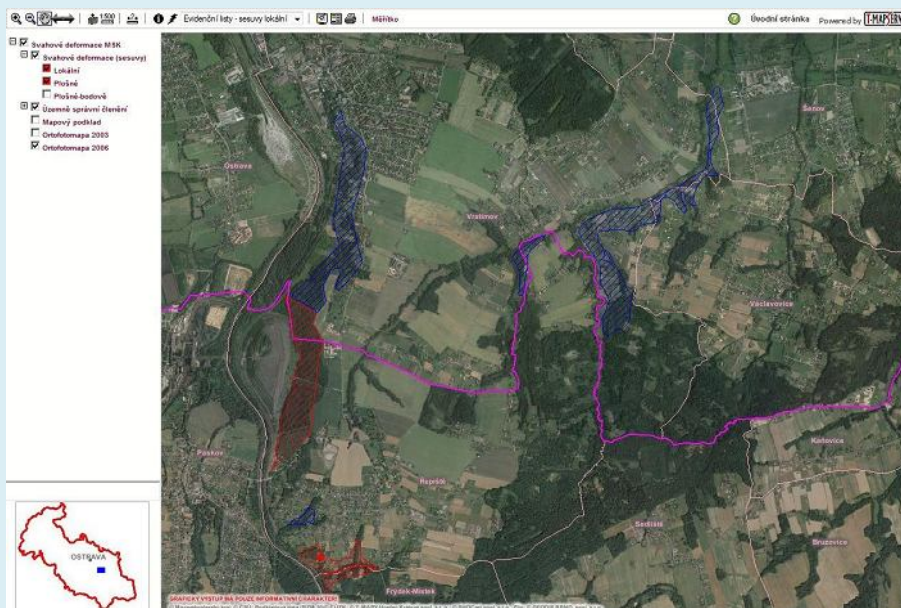


1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Přípravné práce

http://mapy.kr-moravskoslezsky.cz/tms/zpz_sesuv/index.php



<http://www.g-consult.cz>

6/58



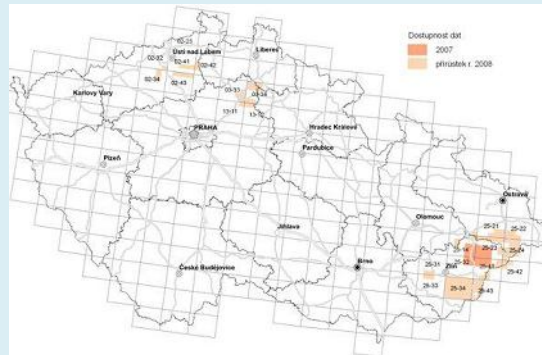
1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Přípravné práce

- ČGS (<http://www.geology.cz>):
 - v roce 2011 bude spuštěn nový Registr svahových nestabilit
 - Portál Geohazardů: Informační služba o nestabilitě terénu

<http://www.geology.cz/georeporty/rozsah-dat/nestabilita>



<http://www.g-consult.cz>

7/58



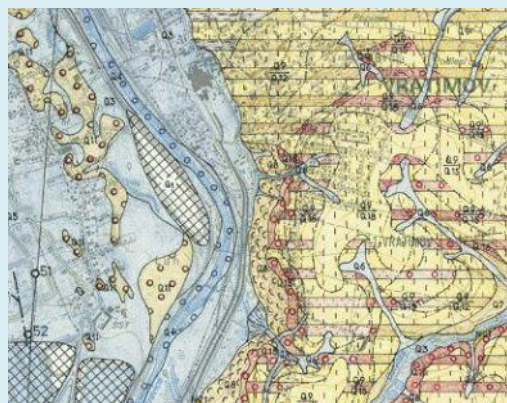
1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Přípravné práce

- rešerše dostupných archivních údajů (ČGS, databáze Geofond)
- rekognoskace v terénu
- prvotní inženýrsko-geologické mapování

Výřez ze základní geologické mapy 1:25 000, list Vratimov 15-434 (Macoun, J., 1988, ČGS)



<http://www.g-consult.cz>

8/58



1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Průzkumné práce

- polohopisné a výškopisné zaměření území ve vhodném měřítku
- podrobné inženýrsko-geologické mapování
- terénní průzkumné práce:
 - vrtné práce (jádrové vrtání)
 - polní geotechnické zkoušky (DPT, CPT)
 - geofyzikální práce (OP, VES, MRS)
- laboratorní práce (fyzikální a mechanické parametry zemin a hornin)
- analýza stability svahu
- vyhotovení závěrečné zprávy

<http://www.g-consult.cz>

9/58



1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Průzkumné práce



Vrtná souprava WIRTH B0A

Ruční vrtná souprava Makita



Pásová vrtná souprava HVS 254



<http://www.g-consult.cz>

10/58



1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Průzkumné práce



Dynamická penetrační souprava LMSR-Vk

<http://www.g-consult.cz>

11/58



1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Vybudování sítě geotechnického monitoringu

- podkladem jsou výstupy geologického průzkumu
- určení předmětu měření:
 - pohyb na smykové ploše, pórový tlak, apod.
- určení způsobu (vhodné metody) měření
- rozmístění prvků geotechnického monitoringu v kritických místech sesuvu
- určení harmonogramu měření (intervaly etap měření)
- stanovení varovných stavů a návrh postupu při jejich dosažení
- instrumentace a monitoring

<http://www.g-consult.cz>

12/58

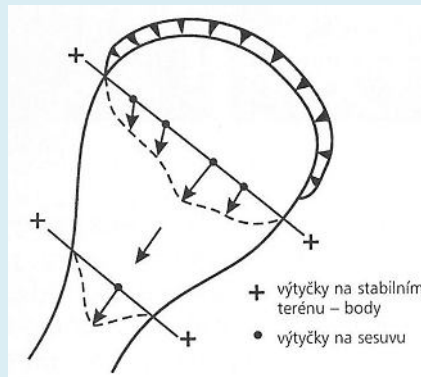


1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Vybudování sítě geotechnického monitoringu

- měření pórových tlaků vody:
 - otevřené a uzavřené piezometry
- měření posunů na povrchu terénu a objektů:
 - přesná nivelace
 - trigonometrické měření
 - metoda záměrné přímky



Princip metody záměrné přímky

<http://www.g-consult.cz>

Rozsypal, A., 2001

13/58

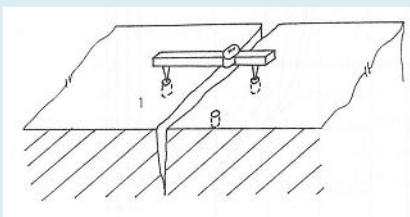


1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Vybudování sítě geotechnického monitoringu

- přímé měření posunů:
 - deformometrické měření
 - pásmová extenzometrie
- měření přetváření ve vrtech:
 - přesná inklinometrie



Přenosný deformometr

Turček, P., Hulla, J., 2004



Měřící bod dráhy pásmové extenzometrie

<http://www.g-consult.cz>

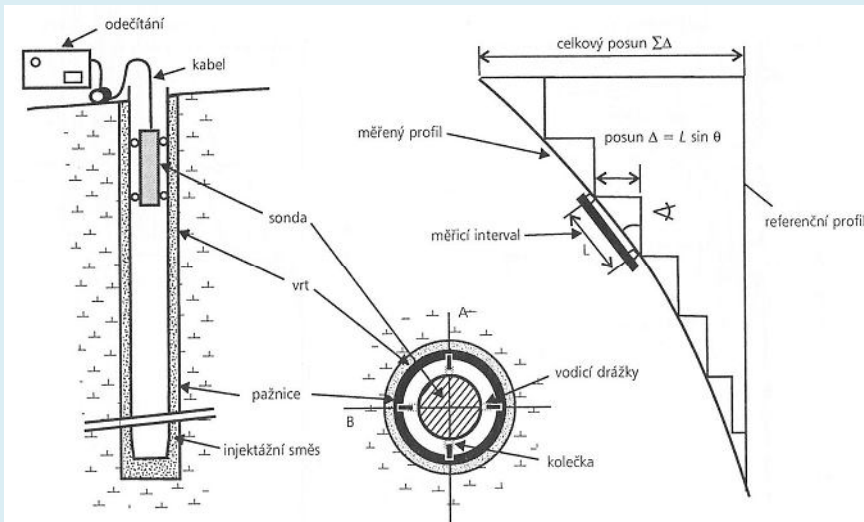
14/58



1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Vybudování sítě geotechnického monitoringu



Princip měření
přesné inklinometrie

Rozsypal, A., 2001

<http://www.g-consult.cz>

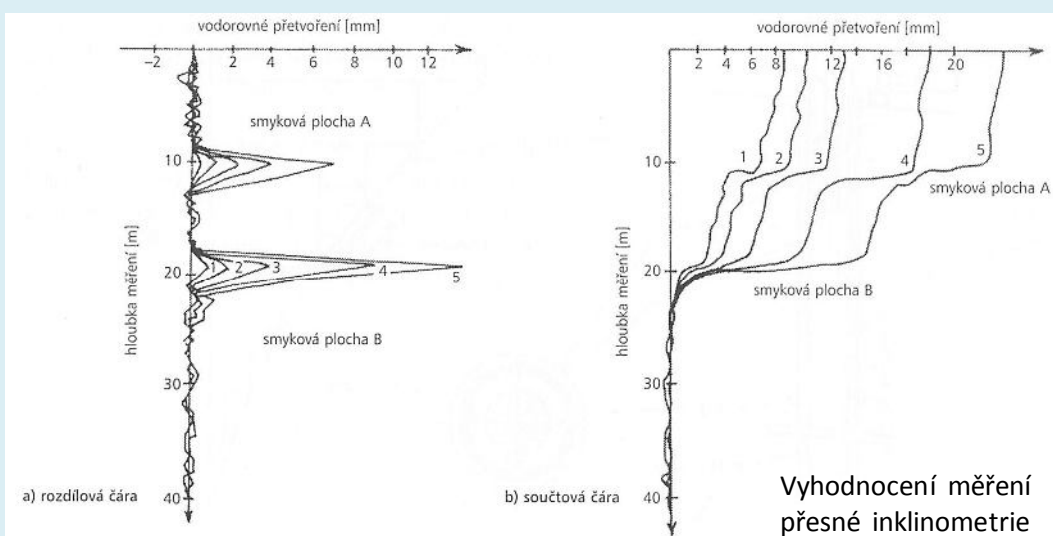
15/58



1 Průzkum a sanace sesuvů

Inženýrsko-geologický průzkum sesuvu

Vybudování sítě geotechnického monitoringu



Rozsypal, A., 2001

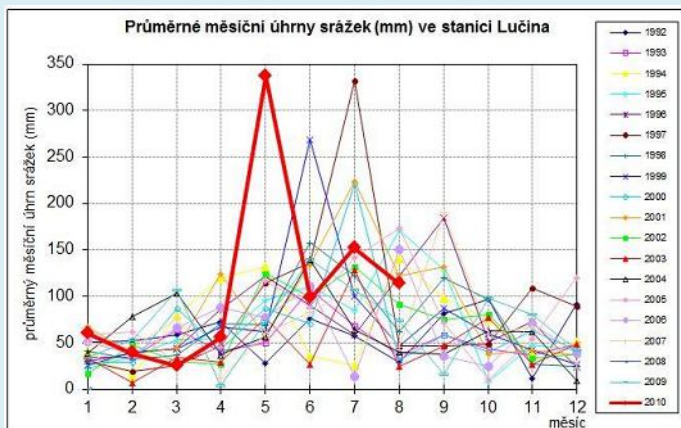
<http://www.g-consult.cz>

16/58



2 Příklady řešených sesuvů

- ČHMÚ:
 - vytrvalý déšť od pátku 14.5.2010 (tlaková níže Yolanda)
 - hlavní spouštěč (trigger) svahových pohybů: extrémní dotace srážkami - narušení rovnovážného stavu ve svahu
- jílovité zeminy: změna smykové pevnosti v závislosti na saturaci - zvýšení pórových tlaků
- důležitý faktor: lidská činnost



Data ČHMÚ za období let 1992 - 2010 ve stanici Lučina



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné práce

Orlová - Olmivec

(pasportizace a předběžný průzkum)

Průzkumné a sanační práce

Jablunkov - ul. Lesní

(pasportizace a předběžný průzkum)

Karviná - ul. Podlesí

(pasportizace, předběžný a podrobný průzkum)

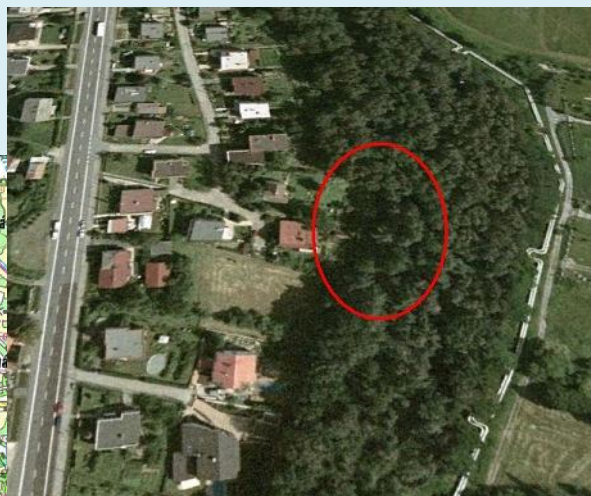
Průzkumné práce byly prováděny v oblasti Karvinska a Těšínska v rámci krizového stavu vyhlášeného Moravskoslezským krajem. Celkem bylo posouzeno 30 sesuvů, na 11 z nich proveden geologický průzkum.



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné práce Orlová - Olmovec

Zájmové území



Letecký snímek - svahy do údolí toku Výšina

<http://www.g-consult.cz>

19/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné práce Orlová - Olmovec

- červen 2010: pasportizace sesuvu



Deformace hospodářské
budovy v odlučné oblasti



Devastace břehů potoka
Výšina

Snaha o podchycení
břehů narušených boční
erozí



<http://www.g-consult.cz>

20/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné práce

Orlová - Olmovec

- resumé pasportizace:
 - svah budován komplexem sálských glaciálních sedimentů (jíly s lokálně nasycenými vložkami písků), v horní části eolickými jíly, podloží tvořeno jíly spodního badenu (neogén, terciér)
 - povrchová část svahu dlouhodobě postižena ploužením
 - ve svahu výrazně vyvinuta tahová trhлина ve směru vrstevnice v délce až 70 m

Tahová trhлина v odlučné oblasti

<http://www.g-consult.cz>

21/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné práce

Orlová - Olmovec

- resumé pasportizace:
 - **příčiny vzniku svahové deformace:**
 - saturace soudržných zemin budujících svah spolu s písčitémi vložkami
 - aktivizace svahového pohybu vlivem člověka:
 - v 80. letech vybudováno blízké sídliště - dešťová kanalizace svedena do neupraveného koryta toku Výšina, periodicky vypouštěny technické vody při čištění parovodu
 - důsledek: bezprecedentní **nárůst boční a hloubkové eroze koryta toku** - cca 1 m / 10 let

<http://www.g-consult.cz>

22/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné práce

Orlová - Olmovec

- resumé pasportizace:
 - **příčiny vzniku svahové deformace:**
 - tok Výšina rychle prořezává povrchové jílovité glaciální souvrství a lokálně již obnažil nasycené polohy glaciálních písků a štěrků
 - eroze a následně saturace porušila rovnováhu svahu - překročení smykové pevnosti glaciálních jílů - iniciální fáze sesuvu - vznik tahové trhliny v odlučné oblasti
 - při progresi vývoje hrozba vzniku frontálního sesuvu ohrožujícího objekty RD



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné práce

Orlová - Olmovec

- **předběžný geologický průzkum** (objednatel KÚ MSK):
 - vrtné práce: 5 ks jádrových vrtů do hloubky 5.0 - 13.0 m
 - penetrační sondování: 8 ks sond do hloubky 10.0 - 14.0 m
 - polohopisné a výškopisné zaměření postiženého území
 - instalace prvků geotechnického monitoringu objektů RD
 - vyhodnocení inženýrsko-geologických poměrů
 - doporučení pro podrobnou etapu průzkumných prací
 - předběžné stabilitní posouzení a vypracování návrhu sanačních opatření



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné práce

Orlová - Olmovec

- instalace monitorovacích prvků na objektech dotčených RD:
 - nivelační měření
 - deformometrické body
- dosavadní měření prokazují vertikální pohyb na hospodářské budově v řádu cca 1 mm / měsíc
- opakovanou rekognoskací ověřeny paralelní retrográdní zátrhy
- sesuv je aktivní



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné práce

Orlová - Olmovec

- **návrh sanačních opatření:**
 - důraz na etapizaci sanačních opatření - observační metoda
 - 1. etapa: zajištění svahu mezi hospodářskou budovou a korytem toku:
 - realizace těžké kotvené ŽB stěny - systém svislé a šikmé mikropiloty
 - za příznivého vývoje variantně zřízení přitěžovací lavice
 - 2. etapa: odvodnění území žebry
 - žádný sanační zásah nebude zcela efektivní, pokud nedojde k odstranění primární příčiny svahového pohybu - nutnost úpravy koryta toku Výšina
 - v současnosti pokračují monitorovací práce a příprava projektu sanace



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce Jablunkov - ul. Lesní



Zájmové území



Letecký snímek

<http://www.g-consult.cz>

27/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce Jablunkov - ul. Lesní

- květen 2010: **pasportizace** sesuvu
- vznik sesuvu 18.5.2010
- v rozvinuté fázi rychlost pohybu cm až dm / den
- 22.5.2010 dosáhlo čelo sesuvu okrajů dvou dotčených RD



Pohled směrem do svahu
na sesuvnou oblast

<http://www.g-consult.cz>

28/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

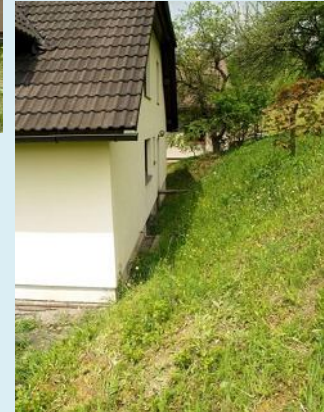
Jablunkov - ul. Lesní



Odlučná hrana
sesuvu a detail



Čelo akumulční
oblasti sesuvu



<http://www.g-consult.cz>

29/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Jablunkov - ul. Lesní

- resumé pasportizace:
 - předkvartérní podloží budováno středním až hrubě cyklickým flyšem krosněnského souvrství s převahou pelitů - střídání vápnitých jílovců s vápnými slídnatými pískovci
 - jílovce alterovány - eluvium
 - svrchní kvartérní pokryv svahu tvořen deluvio-eolickými zeminami (jíly, ve spodní části kamenito-šterkovité jíly)

<http://www.g-consult.cz>

30/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Jablunkov - ul. Lesní

- resumé pasportizace:
 - **příčina sesuvu:**
 - extrémní saturace jílovitých zemin v důsledku intenzivních srážek - snížení smykové pevnosti jílu - vznik sesuvu
 - predispozice území (geologická stavba, morfologie svahu o sklonu až 20°, oblast fosilního sesuvu)



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Jablunkov - ul. Lesní

- resumé pasportizace:
 - místním šetřením stav sesuvu zhodnocen jako **havarijní**
 - navrženo bezodkladně zahájit záchranné práce u obou RD
 - návrh havarijního postupu:
 - okamžitě provést nezbytné stavební práce k záchraně RD
 - neprodleně zahájit geologický průzkum a vypracovat zkrácenou PD stabilizačních opatření
 - následně řešit definitivní stabilizaci tělesa sesuvu



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Jablunkov - ul. Lesní

- **předběžný geologický průzkum** (objednatel KÚ MSK):
 - penetrační sondování: 5 ks sond do hloubky 6.2 - 12.0 m
 - polohopisné a výškopisné zaměření postiženého území
 - vyhodnocení inženýrsko-geologických poměrů
 - doporučení pro podrobnou etapu průzkumných prací
 - předběžné stabilitní posouzení a vypracování návrhu sanačních opatření



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Jablunkov - ul. Lesní

- **záchranné sanační práce** navržené vybraným zhotovitelem:
 - odlehčení čela sesuvu zářezy před okraji obou RD
 - svah jednoho ze zářezů zajištěn kotvami injektovanými PU pryskyřicí a krytý geotextilií s mřížovinou
 - u obou RD realizace záporové kotvené stěny se zabetonovanými záporami HEB osazené do pažených vrtů 275/250 mm
 - po zhotovení zápor zabezpečení plochy před záporami plovoucími vrtanými betonovými pilotami 625 mm
 - následně provedení odkopu pro realizaci lanových kotev
 - odstranění betonu z přední části zápor a přivaření převázky
 - napnutí kotev, zakrytí převázky, terénní úpravy
 - navržené řešení se ukázalo v období krizového stavu jako ekonomicky neschůdné



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Jablunkov - ul. Lesní

• proveden oponentní posudek projektu a dosud provedených prací a navrženo nové řešení:

- 1. etapa:
 - dokončení stěny z HEB zápor,
 - osazení gabionové stěny přes zápor,
 - provedení odvodňovacích žlabů při patě stěny
- 2. etapa:
 - doplnění kotev s převázkou do záporové stěny
 - odvodnění tělesa sesuvu zpevňovacími drenážními žebry z gabionů
 - přesvahování sesuvu s realizací přitěžovací lavice

• dosažená finanční úspora cca 30% oproti původnímu návrhu



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Karviná - ul. Podlesí



Zájmové území

Letecký snímek





2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Karviná - ul. Podlesí

- květen 2010: **pasportizace** sesuvu
- vznik sesuvu 17.5.2010
- sesuvem postižena jediná přístupová komunikace k RD



<http://www.g-consult.cz>

37/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Karviná - ul. Podlesí

- resumé pasportizace:
 - předkvartérní podloží budováno marinními jíly spodního badenu (neogén, terciér)
 - svrchní kvartérní pokryv svahu tvořen deluvio-eolickými zeminami (jíly) a sálským glaciálním komplexem (střídající se jíly a písky)
 - dle morfologie svahu se stávající sesuv nachází v prostoru plošného fosilního sesuvu
 - odlučná oblast sesuvu výrazně zatížena navážkami:
 - těleso násypu komunikace ul. Podlesí (h = 1.5 m)
 - deponie stavebního odpadu (h = 5 m)

<http://www.g-consult.cz>

38/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Karviná - ul. Podlesí

- resumé pasportizace:

- lokalita neregistrována v Geofondu
- svahový pohyb charakterizován jako **sesouvání**, sesuv frontální, aktivní, s rotační, ostře vymezenou smykovou plochou v hloubce 5 – 6 m
- šířka sesuvu 80 m, délka cca 30 - 40 m
- odlučná oblast recentního sesuvu probíhá v prostoru komunikace
- akumulací oblast nezřetelná

Odlučná hrana sesuvu



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Karviná - ul. Podlesí

- resumé pasportizace:

- **příčina sesuvu:**

- extrémní saturace jílovitých zemin v důsledku intenzivních srážek - zvýšení saturace a pórových tlaků v jílech - snížení smykové pevnosti - vznik sesuvu
- zatížení zemního tělesa navážkami v odlučné oblasti sesuvu
- predispozice území (geologická stavba, morfologie svahu o sklonu 15 - 20°, oblast fosilního sesuvu)
- výrazná dotace tělesa sesuvu srážkovou vodou



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Karviná - ul. Podlesí

- resumé pasportizace:
 - komplikace:
 - výskyt inženýrských sítí v odlučné oblasti (SEK, STL)
 - vyústění neznámého kanalizačního řádu do sesuvu
 - neexistence řádného odvodnění komunikace - predispoziční cesta pro dotaci srážkové vody do sesuvu
 - v blízkosti odlučné oblasti RD
 - místním šetřením stav sesuvu zhodnocen jako **havarijní**
 - navrženo bezodkladně zahájit záchranné práce
 - návrh havarijního postupu:
 - okamžitě provést nezbytné stavební práce pro zajištění dopravní obslužnosti a ochrany inženýrských sítí
 - neprodleně zahájit geologický průzkum a vypracovat zkrácenou PD stabilizačních opatření
 - následně řešit definitivní stabilizaci tělesa sesuvu



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Karviná - ul. Podlesí

- **předběžný geologický průzkum** (objednatel KÚ MSK):
 - vrtné práce: 2 ks jádrových vrtů do hloubky 10.0m
 - penetrační sondování: 5 ks sond do hloubky 12.0 - 17.0 m
 - instalace prvků geotechnického monitoringu (NIV)
 - vyhodnocení inženýrsko-geologických poměrů
 - doporučení pro podrobnou etapu průzkumných prací
 - předběžné stabilitní posouzení a vypracování návrhu záchranných sanačních opatření



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Karviná - ul. Podlesí

• záchranné sanační práce:

- odvedení povrchových vod mimo oblast sesuvu: překop komunikace, podpovrchový drén PE300, mimo sesuv povrchové rygoly
- zajištění tělesa komunikace:
 - realizace systému svislé a šikmé mikropiloty
 - na dřívky svislé mikropiloty navařeny dřívky a k nim svisle připojeny štětovnice
 - vzniklý meziprostor k stávající komunikaci dosypán šterkem s ručním hutněním

<http://www.g-consult.cz>

43/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Karviná - ul. Podlesí



Realizace MP a osazení štětovnic

Finální tvar
havarijního zajištění
sesuvu



Svedení
povrchových vod
mimo odlučnou
oblast

<http://www.g-consult.cz>

44/58



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Karviná - ul. Podlesí

- **podrobný geologický průzkum** (objednatel SMK):
 - vrtné práce: 4 ks jádrových vrtů do hloubky 5.0 - 15.0 m
 - odběry vzorků zemin pro stanovení fyz.-mech. parametrů
 - penetrační sondování: 11 ks sond do hloubky 7.6 - 16.5 m
 - polohopisné a výškopisné zaměření území
 - vyhodnocení inženýrsko-geologických poměrů
 - stabilitní posouzení a vypracování návrhu definitivních sanačních opatření



2 Příklady řešených sesuvů

Průzkumné a sanační práce

Karviná - ul. Podlesí

- nivelační měření neprokázala výraznější vertikální pohyb v odlučné oblasti - sesuv je dočasně stabilizován
- zpracovává se projekt definitivního stabilizačního opatření s návrhem geotechnického monitoringu



Hledáme rovnováhu mezi člověkem a přírodou

Děkuji Vám za pozornost

G-Consult, spol. s r.o.

Trocnovská 794/9
702 00 Ostrava-Přívoz

Tel +420 597 430 911

Fax +420 597 430 955

info@g-consult.cz

<http://www.g-consult.cz>